

日本産、朝鮮産ダイズ品種の脂肪酸組成の 品種間差異および遺伝力について

高木 胖・松尾 巧・池田 邦寛*

(育種学教室)

昭和54年5月30日 受理

On the Varietal Differences and Heritabilities for Fatty Acid Composition of Soybean Seeds in Japan and Korea

Yutaka TAKAGI, Takumi MATSUO and Kunihiro IKEDA*

(Laboratory of Plant Breeding)

Received May 30, 1979

Summary

In order to survey breeding materials for improvement of oil quality for edible purpose, varietal differences in fatty acid composition were studied using 172 soybean varieties collected from various districts in Japan and Korea. The percentages of major fatty acids analyzed in this experiment ranged from 10.0 to 15.5% in palmitic acid, 1.6 to 4.1% in stearic acid, 14.2 to 58.0% in oleic acid, 23.4 to 61.1% in linoleic acid and 3.5 to 12.6% in linolenic acid.

Remarkable variabilities of the fatty acids were found to be associated with the Maturity Groups. The early varieties tend to have high oleic, low linoleic and linolenic acid contents, and the late varieties tend to have low oleic, high linoleic and linolenic acid contents. The early varieties belonging to the Maturity Group II averaged higher in oleic, lower in linoleic and linolenic acid contents, and differed remarkably among the district composites. When compared with soybean varieties grown at the southern districts, soybean varieties grown in the northern districts produced oil which had lower oleic acid contents but higher linoleic and linolenic acid contents.

The heritabilities for oleic, linoleic and linolenic acid content were 95, 95 and 71% respectively. These values indicate a possibility for selection of a good quality soybean strain having high oleic and linoleic acid contents, and low linolenic acid content. Negative genotypic correlation ($r_g = -0.9982$) was found between oleic acid and linoleic acid, while there was positive genotypic correlation ($r_g = 0.9340$) between linoleic acid and linolenic acid. Oils of high contents in oleic and linoleic acids but low in linolenic acid are favourable for edible purpose. These results indicate a difficulty for the selection of a strain having high linoleic and low linolenic acid contents. There was no zero-linolenic acid variety in the material used. Isolation of a plant free from linolenic acid has been left unsolved.

結 言

ダイズ油の脂肪酸のうちリノレン酸は、不飽和度が高いために劣化を早め油の品質を低下させ、

* 現在熊本県庁

またダイズ油の青臭み (reversion flavor) の原因と言われている⁶⁾。一方オレイン酸とリノール酸含量は高いほど調理用、マーガリン用として好ましく、ダイズ油の品質の向上にはオレイン酸とリノール酸含量が高く、リノレン酸含量はできるだけ低い品種の育成が望まれている。

ダイズの脂肪酸組成の品種間差異に関する報告はこれまで多くみられる。Scholfield and Bull¹⁴⁾ は、年次を変えて10品種を栽培し、リノレン酸含量に関して1~10%の品種間差異を明らかにした。Alderks¹⁾ は地域を変えて20品種を栽培し、リノール酸とリノレン酸含量に関して、それぞれ49~59%と6.2~8.5%の変異があったと報告している。このようにリノール酸とリノレン酸含量は栽培された年次とか地域によって変化するので、脂肪酸組成の品種間差異は品種と栽培環境との関連で論ぜられることが多い^{2, 17, 18)}。Collins and Sedwick³⁾ によれば、米国のダイズ地帯の43地域で2年間にわたって栽培した18品種の脂肪酸組成について、栽培地域の南北への広がりには脂肪酸組成の変異をより大きくする。すなわち、リノール酸とリノレン酸含量の変異巾はそれぞれ43~56%, 5~10%であったと報告している。これらの諸報告からもうかがわれるように、各脂肪酸含量の品種間差異の存在は明瞭であるが、いま日本産ダイズの脂肪酸組成の改良を考えるに、わが国で栽培されるダイズ品種の脂肪酸組成の詳細を明瞭にする必要があると考えられる。

本研究は、日本と朝鮮の各地から収集した多数のダイズ品種を供試して、脂肪酸組成の品種間差異、脂肪酸に関する年次の影響と遺伝力、遺伝相関などにみられる諸特徴を明らかにするとともに、品種の由来と早晩生にもとづく脂肪酸組成の変異についていくらかの知見をまとめたものである。

実験材料および方法

日本と朝鮮の各地から収集した172品種を実験に供試した (Table 1, 2)。品種の選定にあたって、できるだけ広範な地域にわたる在来種と生態型を含むように留意した。これらの品種は、1975年に佐賀大学農学部圃場で、生態型 I, II, III は6月1日に、生態型 IV, V は7月1日に播種した。また脂肪酸組成の遺伝力を知る目的で*を付した40品種は、1976年も前年度と同時期に播種し、栽培採種したものである。

脂肪酸組成の分析は、各品種あたり約40粒の種子を30 mesh 以下に粉碎した中から40 mg をとり、エチルエーテルで脂質を抽出したのち、4%ナトリウムメチレートを加えて脂肪酸のエステル化を行なった。その後フェノールフタレンを指示薬とし塩酸で中和したのち生成した脂肪酸メチルエステルをエーテル層に移し、蒸留水で十分洗い不純物を除去するとともに、水分とエーテルを除いた残渣の脂肪酸メチルエステルをガスクロマトグラフの試料とした。

ガスクロマトグラフは、ガラスカラム (4 mm×2 m) に chromosorb (AW) 60~80 mesh を担体とし、10% polydiethyleneglycol succinate (DEGS) を液相としたものを充填し、カラム温度195°C 定温、キャリアーガスに窒素を用いた FID 検出器によって脂肪酸を分析した。脂肪酸の定量にはデジタルインテグレーターにより計算した各脂肪酸のピーク面積の比から、パルミチン酸 (C_{16:0})、ステアリン酸 (C_{18:0})、オレイン酸 (C_{18:1})、リノール酸 (C_{18:2})、リノレン酸 (C_{18:3}) の各含有百分率を算出した。

以上の方法によって得られた各品種の脂肪酸含量は、品種が収集された地域と生態型とに分類し、各脂肪酸含量の品種間差異を調べた。また継続して栽培した40品種は、分散分析法により分散成分の推定を行ない各脂肪酸含量の遺伝力を求めるとともに、共分散分析により開花期、100粒重と各脂肪酸含量相互間の遺伝型相関と表現型相関を求めた。

本実験に用いた品種は、農業技術研究所および九州農業試験場より分譲されたものである。こ

こに厚く謝意を表する。

結 果

供試した172品種の子実中の脂肪酸組成を地域と生態型とに分類して Table 2 に示す。ダイズの平均脂肪酸組成は，パルミチン酸12.3%，ステアリン酸2.8%，オレイン酸31.2%，リノール酸46.8%，リノレン酸6.9%である。品種により各脂肪酸含量に変異が認められ，パルミチン酸，ステアリン酸では変異巾は小さく，一方ダイズの脂肪酸として量も多く重要なオレイン酸，リノール酸，リノレン酸では品種間変異は大きい。オレイン酸の場合，「ごうばら大豆」(No. 92)の58.0%が最大で，最小は「茶千石3号」(No. 82)の14.2%であった。リノール酸含量は，オレイン酸含量と負の相関関係にあることから，オレイン酸の低い品種はリノール酸が高くなり，「境野在来」(No. 150)のリノール酸含量の61.1%が最大で，「ごうばら大豆」(No. 92)の23.4%が最小であった。リノレン酸の場合，「ツル豆」(No. 66)の12.6%が最大で，「1号早生大豆」(No. 11)の3.5%が最小であった。各脂肪酸含量の品種による変異を変異係数で示すと，パルミチン酸9.3%，ステアリン酸13.8%，オレイン酸32.8%，リノール酸18.8%，リノレン酸25.5%であった。

Table 1 Classification of soybean varieties used in the experiment

District of origin	Number of variety	Maturity Group				
		I	II	III	IV	V
Hokkaido	7	4	3			
Tohoku	24		16	6	2	
Hokuriku	14		6	4	4	
Kanto, Tozan	21		5	10	4	2
Tokai, Kinki	22		3	2	10	7
Chugoku, Shikoku	17		4		13	
Kyushu	47	1	27	3	4	12
Korea	20		4	14	2	
Total	172	5	68	39	39	21

Table 2 Fatty acid composition of soybean seed from various districts (1975)

No.	Variety	Origin	Maturity Group	100 seed weight (g)	Fatty acid composition (%)				
					Palmitic acid	Stearic acid	Oleic acid	Linoleic acid	Linolenic acid
1	Isuzu*	Hokkaido	I	17.1	13.2	3.4	37.9	41.5	4.0
2	Sinsei		I	19.0	11.4	2.5	47.6	34.8	3.7
3	Tenpokushirome		I	16.5	10.3	3.1	56.2	26.8	3.6
4	Tokachishiro*		I	16.0	13.1	4.0	34.0	44.5	4.4
5	Kitaminagaha		II	15.0	14.7	3.4	35.0	43.3	3.6
6	Tokachinagaha		II	13.4	12.6	3.8	35.1	43.8	4.7
7	Tsurunoko*		II	12.1	11.9	2.0	26.5	51.4	8.2
	Mean			15.6	12.5	3.2	38.9	40.8	4.6

Table 2 Continued

No.	Variety	Origin	Maturity Group	100 seed weight (g)	Fatty acid composition (%)				
					Palmitic acid	Stearic acid	Oleic acid	Linoleic acid	Linolenic acid
8	Akasaya	Tohoku	II	21.2	12.8	2.6	33.5	48.0	6.7
9	Aomame		II	28.7	13.4	2.4	25.3	50.8	8.1
10	Aochidaizu		II	22.6	12.8	2.5	56.5	24.4	3.8
11	Ichigouwasedaizu		II	11.2	15.5	2.8	43.1	35.1	3.5
12	Kurochuuryuu		II	12.7	11.3	2.1	31.9	46.1	8.6
13	Misomame		II	18.7	10.9	2.3	45.3	44.9	6.6
14	Mutsumejiro		II	25.6	14.0	3.7	35.9	41.3	5.1
15	Nemashirazu*		II	28.3	12.4	2.6	26.8	52.7	5.5
16	Obonaizairai		II	26.6	13.0	2.6	22.8	52.6	9.0
17	Sakuramame		II	27.2	12.7	2.2	28.1	49.9	7.1
18	Sangokutori		II	32.5	13.2	2.2	22.0	53.9	8.7
19	Shinroku		II	23.8	14.2	2.7	30.2	46.6	6.3
20	Toukichi		II	23.3	11.4	2.0	32.8	45.6	8.2
21	Watanabeshu		II	38.4	14.3	2.3	24.2	52.1	7.1
22	Yagi		II	23.2	11.0	1.9	33.2	45.5	8.4
23	Yougetsu		II	19.5	12.6	2.2	37.1	43.2	4.9
24	Akamai		III	24.0	11.7	2.1	30.6	48.7	6.9
25	Chashouryuu		III	14.0	14.1	2.4	28.0	48.2	7.3
26	Hanawazairai		III	20.0	10.6	1.6	39.9	42.0	5.9
27	Kyuushirou		III	21.2	11.0	2.2	32.4	46.3	8.1
28	Shini*		III	19.1	12.3	2.6	22.6	54.5	8.0
29	Sunazumi		III	27.4	12.3	2.1	30.4	47.8	7.4
30	Aka		IV	20.4	10.8	2.1	26.0	53.9	7.2
31	Fusakushirazu		IV	32.8	11.6	2.2	25.4	52.5	8.3
	Mean			23.4	12.5	2.3	31.4	46.9	6.9
32	Eako	Hokuriku	II	20.6	12.8	2.3	30.2	46.7	8.0
33	Rokusuke		II	18.9	11.3	2.5	36.0	43.2	7.0
34	Sakae		II	31.8	12.3	2.1	31.0	47.8	6.8
35	Shichifukujin		II	13.5	13.0	2.7	43.0	36.3	5.0
36	Usukawa		II	16.8	11.5	3.0	51.2	30.5	3.8
37	Yabuerabi		II	12.4	11.9	3.0	48.7	31.6	4.8
38	Mochimame		III	39.7	14.9	2.3	19.5	54.6	8.7
39	Sachikaze		III	18.4	11.1	2.2	26.9	52.8	7.0
40	Tsuyuaake		III	39.7	11.6	2.2	31.2	48.5	6.5
41	Yamajiwase		III	18.0	13.5	2.2	28.9	48.1	7.3
42	Ishitsumi		IV	25.6	11.5	2.3	22.5	56.4	7.3
43	Kagemame		IV	26.9	12.3	3.1	23.6	53.8	7.2
44	Kobanmame		IV	36.7	11.1	2.2	28.4	52.2	6.1
45	Nagaokatairyuu		IV	21.2	12.1	2.1	26.6	52.1	7.1
	Mean			24.3	12.2	2.4	32.0	46.8	6.6
46	Jukkoku	Kanto,	II	32.4	14.5	2.6	36.6	41.9	4.4
47	Kimusumeibaragi*	Tozan	II	20.0	12.5	2.9	54.7	26.2	3.7
48	Kuro*		II	17.6	15.7	3.2	32.3	44.2	4.6

Table 2 Continued

No.	Variety	Origin	Maturity Group	100 seed weight (g)	Fatty acid composition (%)				
					Palmitic acid	Stearic acid	Oleic acid	Linoleic acid	Linolenic acid
49	Okatsumame		II	30.7	14.5	2.3	20.8	54.5	7.9
50	Shimizu 1-8-1		II	18.6	13.0	2.5	31.4	47.2	5.9
51	Akasaya		III	27.3	10.6	2.0	36.0	44.4	7.0
52	Hikageshirazu		III	18.0	10.7	2.3	28.3	49.7	9.0
53	Hitashimame		III	34.1	11.4	2.8	27.7	52.3	5.8
54	Ikedaizu		III	29.0	11.3	2.6	30.7	47.6	7.8
55	Miyaharazairai		III	33.8	12.2	3.6	27.2	50.1	6.9
56	Okumame		III	33.3	10.5	2.7	30.1	49.3	7.4
57	Sayakiidaizu		III	32.9	12.5	3.0	23.6	53.3	7.6
58	Shibaharamame		III	28.5	11.4	2.6	24.2	52.6	9.2
59	Tochikubo		III	17.0	13.1	2.7	23.7	52.7	7.8
60	Yogore		III	22.1	10.0	2.7	38.3	42.0	7.0
61	Aisa		IV	26.2	11.7	2.2	24.4	52.2	9.5
62	Chiyozaikai		IV	20.9	12.3	3.2	22.6	54.2	7.7
63	Tanoirimame		IV	15.9	10.2	2.8	24.7	52.0	10.3
64	Yamabedaizu		IV	31.5	12.0	2.2	20.0	56.4	9.4
65	Kosamame		V	7.6	12.8	2.8	18.0	57.9	8.5
66	Tsurumame		V	4.9	11.7	1.6	18.4	55.7	12.6
	Mean			23.9	12.1	2.6	28.3	49.4	7.6
67	Chamameshouruu	Tokai,	II	9.9	13.3	3.6	44.3	33.7	5.1
68	Sakagami 2	Kinki	II	25.6	14.3	2.9	29.1	47.3	6.4
69	Takaokazairai*		II	18.8	12.0	3.1	53.6	27.5	3.8
70	Kinmondaizu		III	15.0	12.1	2.7	37.6	40.5	7.1
71	Kuromame		III	9.4	11.8	3.3	19.7	54.9	10.3
72	Akasaya		IV	27.0	12.6	3.8	20.2	53.0	10.4
73	Chuusei		IV	17.9	12.8	2.8	22.3	55.5	6.6
74	Chuuteppo		IV	37.0	11.5	2.6	24.4	53.8	7.7
75	Gindaizu		IV	26.9	10.5	3.4	25.2	52.8	8.1
76	Ginjiro		IV	22.7	11.0	2.6	23.3	52.7	10.4
77	Hishiumizairai		IV	24.9	12.5	3.0	19.4	56.8	8.3
78	Sennari		IV	20.8	12.1	3.4	22.6	52.9	9.0
79	Shokuyouakidaizu		IV	24.1	11.8	3.2	20.5	56.5	8.0
80	Shirodaizu		IV	29.0	13.5	3.1	19.9	55.3	8.2
81	Udadaizu		IV	22.8	11.7	3.0	25.8	52.3	7.2
82	Chasengoku 3		V	10.3	12.5	3.5	14.2	59.4	10.4
83	Gifuwasesenshutsu		V	24.1	12.9	3.3	24.4	51.5	7.9
84	Ipponsuzunari		V	23.7	13.3	3.5	21.2	53.7	8.3
85	Izari 96		V	24.3	12.4	3.0	19.3	56.6	8.7
86	Kinaikurosengoku 2		V	11.8	13.0	3.4	16.7	57.2	9.7
87	Natsudaizu		V	22.7	13.1	3.0	18.9	56.6	8.4
88	Shirodaizu		V	20.5	11.4	4.0	19.2	56.3	9.1
	Mean			21.3	12.4	3.2	24.6	51.7	8.1
89	Aochi	Chugoku,	II	13.1	12.0	2.8	53.9	26.8	4.5

Table 2 Continued

No.	Variety	Origin	Maturity Group	100 seed weight (g)	Fatty acid composition (%)				
					Palmitic acid	Stearic acid	Oleic acid	Linoleic acid	Linolenic acid
90	Chuuseidaizu*	Shikoku	II	32.4	13.1	2.5	23.0	54.4	7.0
91	Iyodaizu		II	15.4	12.1	2.9	17.6	57.4	10.0
92	Gobaradaizu*		II	23.7	11.1	3.4	58.0	23.4	4.1
93	Gindaizu		IV	25.4	11.7	3.4	22.0	53.6	9.3
94	Hachigatsudaizu		IV	28.3	12.6	2.9	17.7	55.4	11.4
95	Ichinomiyaizairai		IV	24.5	12.3	3.5	22.0	52.3	9.9
96	Kamifusazairai		IV	25.5	10.9	2.7	31.8	46.7	7.9
97	Mejiro		IV	25.7	12.3	2.8	19.6	57.2	8.1
98	Sagishirodaizu		IV	25.1	12.1	2.2	24.1	53.8	7.8
99	Shifukuzairaisenbatsu		IV	21.9	12.3	3.2	23.7	53.5	7.3
100	Shirodaihachirin		IV	28.0	11.6	2.9	20.3	56.5	8.7
101	Shirodaizu		IV	28.1	13.3	2.9	19.5	55.7	8.6
102	Shirodaizu		IV	26.8	13.0	3.2	26.1	49.6	8.1
103	Shirozairai		IV	23.6	12.3	3.4	21.4	55.4	7.5
104	Tokushimadaizu		IV	19.5	11.7	3.0	19.2	57.1	9.0
105	Wabunzairai		IV	24.2	11.6	3.2	20.1	56.3	8.8
	Mean			24.2	12.1	3.0	25.9	50.9	8.1
106	Sangouwase	Kyushu	I	21.9	12.1	3.2	52.9	27.8	4.0
107	Akaban		II	12.3	11.6	2.7	50.7	30.7	4.3
108	Akawase		II	12.7	13.5	3.1	40.7	36.6	6.1
109	Aochidaizu*		II	15.1	10.9	2.8	51.8	30.5	4.0
110	Chikugodaizu		II	15.1	11.6	2.5	45.1	36.3	4.5
111	Ekoudaizu		II	18.3	13.0	2.8	42.8	36.2	5.2
112	Fuufudaizu		II	17.1	15.1	2.7	40.8	36.0	5.4
113	Higomusume*		II	12.9	15.2	2.8	44.9	33.0	4.1
114	Ishiharadaizu*		II	15.1	11.3	3.0	55.4	25.5	4.8
115	Jinnai		II	11.8	12.3	3.7	42.9	35.8	5.3
116	Kairyoshirome*		II	17.0	11.4	2.8	47.0	34.5	4.3
117	Kairoyugionbo*		II	17.7	11.6	3.1	44.5	36.0	4.8
118	Kameko		II	11.4	11.4	2.1	50.5	31.0	5.0
119	Kasugazairai*		II	15.4	12.5	2.7	54.2	26.6	4.0
120	Kin*		II	17.9	11.1	2.7	52.8	29.6	3.8
121	Kisaya*		II	11.2	13.7	3.4	40.4	36.9	5.6
122	Koganedaizu*		II	16.8	13.2	3.3	43.4	35.1	4.0
123	Kurome		II	15.8	12.7	2.8	45.3	34.0	5.2
124	Matsuura*		II	14.1	12.1	3.0	51.2	28.5	5.2
125	Meguro		II	16.1	12.1	3.0	50.3	30.1	4.5
126	Mikuriyadaizu*		II	17.6	13.0	2.5	46.6	34.2	3.7
127	Natsudaizu		II	13.6	11.5	2.9	50.0	30.7	4.9
128	Olihime*		II	20.3	13.9	2.5	19.5	55.8	8.4
129	Sayohime*		II	14.6	13.5	2.9	44.1	34.5	5.0
130	Shirohadaka I		II	15.7	12.7	2.8	46.7	32.9	4.9
131	Shirokuchi I*		II	14.0	12.5	3.2	46.2	33.8	4.3

Table 2 Continued

No.	Variety	Origin	Maturity Group	100 seed weight (g)	Fatty acid composition (%)				
					Palmitic acid	Stearic acid	Oleic acid	Linoleic acid	Linolenic acid
132	Shirosaya 1*		II	19.2	12.9	3.1	45.3	35.1	3.6
133	Wasekin*		II	16.1	11.2	2.9	51.2	31.0	3.7
134	Azedaizu		III	12.2	12.1	3.3	39.5	39.6	5.5
135	Hazenomidaizu		III	16.7	11.3	2.8	40.6	37.5	7.8
136	Kurozaya		III	22.7	12.5	2.8	28.9	47.6	8.2
137	Ginsuizairai		IV	16.5	11.7	3.2	23.1	54.1	7.9
138	Gogaku*		IV	26.5	10.6	3.1	16.9	59.5	9.9
139	Hoshinozairai		IV	22.4	13.4	3.1	19.4	55.9	8.2
140	Komuta		IV	8.3	12.1	2.9	29.0	48.1	7.9
141	Akisengoku*		V	31.2	11.1	2.6	20.7	55.0	10.6
142	Akiyoshi*		V	28.3	12.2	3.7	17.3	58.5	8.3
143	Asoaogari*		V	10.2	12.3	4.1	18.2	57.6	7.8
144	Asomusume*		V	35.2	11.2	3.1	17.4	60.6	7.7
145	Hoogyoku*		V	32.6	11.4	3.5	17.4	59.2	8.5
146	Hyuuga*		V	22.9	11.7	3.0	16.9	59.6	8.8
147	Kooiku 2*		V	14.4	10.6	2.6	17.0	61.0	8.8
148	Kyodudaizu*		V	18.9	10.4	3.2	18.5	58.7	9.2
149	Ooura		V	20.7	12.2	3.1	19.1	57.4	8.2
150	Sakainozairai*		V	22.8	13.9	3.2	15.7	61.1	6.1
151	Shiranui*		V	21.4	12.1	2.8	19.2	57.7	8.2
152	Tamanisiki*		V	20.1	15.0	2.7	18.0	59.1	5.2
	Mean			17.9	12.3	3.0	36.3	42.3	6.1
153	Akasomedaizu*	Korea	II	14.3	13.4	3.0	21.5	56.0	6.1
154	Kongou*		II	34.6	10.8	2.3	23.2	56.6	7.1
155	Kouyoudaizu		II	19.0	13.4	2.6	34.3	43.9	5.8
156	Ususan		II	35.2	13.6	2.2	23.0	52.7	8.5
157	Chong tai		III	23.3	13.1	3.2	25.0	51.4	7.3
158	Hananddaipip		III	28.3	14.0	3.3	34.5	41.3	6.9
159	Juseita		III	34.6	11.9	3.6	35.0	42.9	6.6
160	Kishuuaoshouryuu		III	32.8	11.4	2.9	26.8	50.1	8.8
161	Kumsaniona		III	25.4	15.5	3.3	29.4	46.1	5.7
162	Lee yiong kong		III	30.8	11.9	2.7	25.0	49.6	10.8
163	Madaradaizu		III	29.6	13.8	3.3	33.0	44.3	5.6
164	Mill tai		III	22.5	12.7	2.7	35.6	43.5	5.5
165	Okjo		III	23.6	11.8	2.7	44.3	36.6	4.6
166	Peing buktai		III	19.8	11.9	2.8	32.3	47.2	5.8
167	Peing yang		III	26.3	11.4	2.7	36.5	43.7	5.7
168	Suigenao		III	26.6	11.4	2.2	31.6	48.3	6.5
169	Tanishidaizu		III	27.5	11.8	2.9	23.8	51.2	10.3
170	Yangzozailai		III	21.1	11.8	2.7	37.3	42.5	5.7
171	Daidoumame		IV	31.9	11.1	2.6	34.2	45.4	6.7
172	Koushuuzairai		IV	23.5	13.3	3.3	20.8	55.8	6.8
	Mean			26.5	12.5	2.8	30.4	47.5	6.8

* Variety grown in 1975 and 1976

栽培地域間で品種の脂肪酸組成を比較すると、北に栽培される品種ほどオレイン酸含量は低く、リノール酸、リノレン酸含量が高い傾向にあった。また各生態型間の比較では、晩生種ほどオレイン酸含量は低く、リノール酸とリノレン酸含量は高い傾向にある。特に九州地域において、生態型のII型、V型に属する品種群では、前者が、リノール酸含量に関してほぼ36%以下、リノレン酸含量がほぼ6%以下であるのにたいして、後者ではリノール酸含量はほぼ36%以上、リノレン酸含量はほぼ36%以上、リノレン酸含量はほぼ6%以上の高い含量を示している。また、九州地域の生態型IIの夏ダイズは、同じ時期に開花成熟する他地域の早生種、すなわち、北海道、東北、北陸、関東の生態型I、IIの品種に比べて、平均的にオレイン酸含量は高く、リノール酸とリノレン酸含量の低いことが特徴である。

1975年と1976年の2カ年継続して分析した40品種について、オレイン酸、リノール酸、リノレン酸の各含量の分散分析を行なった結果をTable 3に示す。本表から、いずれの脂肪酸含量についても、年次と品種にもとづく平均平方は共に誤差にもとづく平均平方に比べて高い有意性を示すとともに、各脂肪酸の品種による平均平方は年次のそれに比較していちじるしく高い値を示した。分散分析における平均平方の理論的期待値から推定される3種類の分散成分を用いて、各脂肪酸組成の遺伝力を求めたところ、オレイン酸とリノール酸の場合95%、リノレン酸含量では71%のそれぞれ高い値を得た。

開花期、100粒重と各脂肪酸含量のそれぞれの間の関係を遺伝型相関係数と表現型相関係数で示したのがTable 4である。各脂肪酸含量の相関について、オレイン酸とリノール酸との間に負の相関値（遺伝型相関係数 $r_G = -0.9982$, 表現型相関係数 $r_P = -0.9956$ ）が、オレイン酸とリノレン酸との間に負の相関値（遺伝型相関係数 $r_G = -0.9348$, 表現型相関係数 $r_P = -0.8153$ ）が、またリノール酸とリノレン酸との間に正の相関値（遺伝型相関係数 $r_G = 0.9340$, 表現型相関係数 $r_P = 0.7880$ ）が得られた。したがって、これらの脂肪酸含量の間の関係は、オレイン酸の減少にともなってリノール酸が増加し、リノール酸の増加に伴ってリノレン酸が増加することを示すものである。開花期と100粒重は共に、オレイン酸、リノール酸、リノレン酸の各含量との間に正又は負の有意な相関が認められた。開花期と100粒重との間には正の相関が認められ、これは開花期の遅い品種に100粒重の高い品種の多いことを示すものである。したがって、100粒重とオレイン酸、リノール酸、リノレン酸含量との相関は、開花期との相関から間接的にもたらされたものと考えた。

Table 3 Analysis of variances and estimation of heritabilities for oleic, linoleic and linolenic acids

Source of variation	Degree of freedom	Oleic acid	Mean squares Linoleic acid	Linolenic acid	Expected mean squares
Year	1	38.69**	0.04	3.83**	$\sigma_y^2 + 40\sigma_v^2$
Variety	39	432.98**	322.61**	10.35**	$\sigma_v^2 + 2\sigma_e^2$
Error	39	10.32	8.48	1.70	σ_e^2
Variance component					
σ_y^2 (year)		0.7092	-0.2109	0.0665	
σ_v^2 (variety)		211.3305	157.0656	4.3251	
σ_e^2 (error)		10.3235	8.4764	1.7030	
Heritability					
$h^2 = \frac{\sigma_v^2}{\sigma_e^2 + \sigma_y^2 + \sigma_v^2}$		0.9504	0.9500	0.7097	

*, **; Significant at the 5% and 1% levels, respectively.

Table 4 Genotypic and phenotypic correlation coefficient between all pairs of the characters

	Day to flower	100 seed weight	Palmitic acid	Stearic acid	Oleic acid	Linoleic acid	Linolenic acid
Day to flower		0.2576	-0.2725	-0.2273	-0.7286	0.7096	0.8328
100 seed weight	0.3141*		0.2541	-0.1232	-0.4099	0.4686	0.2794
Palmitic acid	0.2942	-0.0738		0.1656	-0.0648	0.0292	-0.3067
Stearic acid	-0.0383	-0.2336	0.0003		-0.0063	-0.0166	-0.1401
Oleic acid	-0.7578**	-0.5094**	-0.0383	-0.0037		-0.9956	-0.8153
Linoleic acid	0.7357**	0.4824**	0.0240	0.0174	-0.9982**		0.7880
Linolenic acid	0.9982**	0.4010**	-0.1862	0.1029	-0.9343**	0.9340**	

Genotypic and phenotypic correlation coefficients are on left and right side of diagonal, respectively.

*, **; Significant at the 5% and 1% levels, respectively.

オレイン酸，リノール酸，リノレン酸の各含量と開花期との関係は高い正または負の相関で示されているので，172 品種のすべてについてリノール酸およびリノレン酸含量の変化と開花期との関係を Fig. 1 に示す．本図によると，7 月上旬から 7 月中旬に開花した早生種では，リノール酸，リノレン酸含量は低く，8 月下旬に開花する晩生種ほどリノール酸，リノレン酸含量が高い傾向にある．また 7 月上旬から 7 月中旬に開花した生態型 I, II に属する早生種では，前に述べ

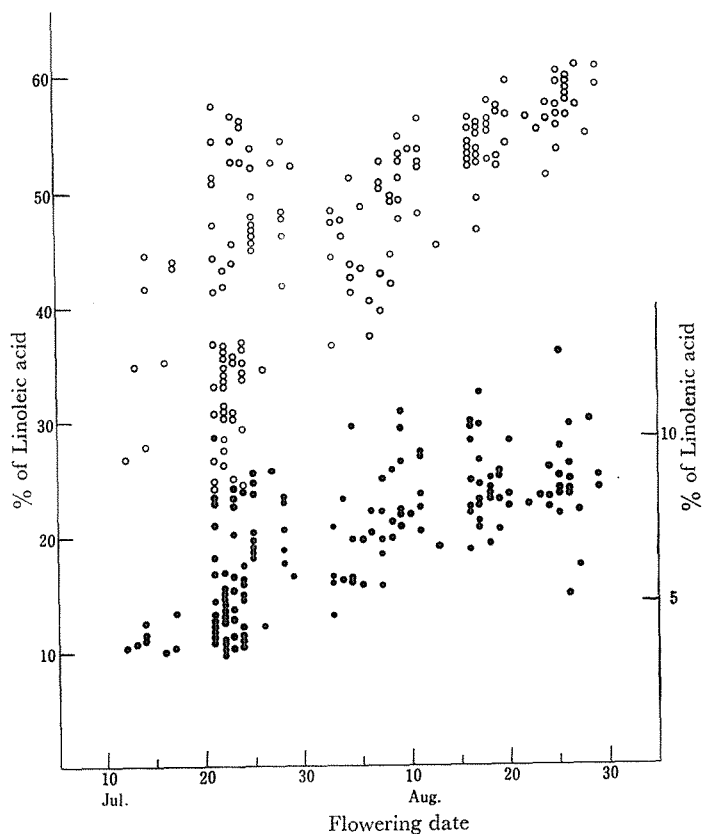


Fig. 1. Relationship between fatty acid composition and flowering date with 172 soybean varieties (○; linoleic acid, ●; linolenic acid).

たように、リノール酸およびリノレン酸含量の高い品種と低い品種とが分布している。前者は、北海道、東北、北陸、関東などの北の地域で栽培される品種に多く、後者は、南の地域の品種、特に九州では夏ダイズとして区別される早生種に多い傾向があった。

考 察

異なる地域から収集された日本産と朝鮮産のダイズ172品種の脂肪酸組成を調べたところ、これまでの諸報告^{1,2,3,17,20)}にもみられたのと同様の品種間差異のあることが明らかにされた。

ダイズの主要な脂肪酸であるリノール酸に関して、「境野在来」(No. 150)、「高育2号」(No. 147)、「アソムスメ」(No. 144)などの晩生種と「伊予大豆」(No. 91)、「金剛」(No. 154)、「オリヒメ」(No. 128)などの早生種に高いリノール酸の品種が、また「ごうばら大豆」(No. 92)、「青地大豆」(No. 109)、「石原大豆」(No. 114)の早生種に低いリノール酸の品種が認められ、その変異巾は61.1%から23.4%までであった。一方リノレン酸に関しては、リノール酸との間に正の相関が認められることから、リノール酸含量に関して高低の品種とほぼ同様の傾向となるが、「ツル豆」(No. 66)、「八月大豆」(No. 94)、「Leeyionkong」(No. 162)は高リノレン酸、「1号早生大豆」(No. 11)、「テンボクシロメ」(No. 3)、「北見長葉」(No. 5)は低リノレン酸で、品種による変異巾は12.6%から3.5%までであった。

脂肪酸組成の品種間差異は、品種の栽培される地域あるいは開花期との関連で認められている^{2,3,18)}。これは種子の登熟初期に増加したオレイン酸がリノール酸へ移行^{15,16)}するとき、その移行率に気温が関係するものと考えられている。すなわち、高温下での登熟はオレイン酸の増加とリノール酸、リノレン酸の減少を、また、低温下での登熟はオレイン酸の減少とリノール酸、リノレン酸の増加をきたす^{2,9,18,19)}。後者の場合、脂肪酸の不飽和化酵素が低温でより多く誘導されるので、リノール酸、リノレン酸の増加となって現われたものと考えられている¹⁰⁾。

供試品種は、夏期の高温で成熟する早生種から秋期の低温下で成熟する晩生種までを含んでおり、オレイン酸、リノール酸、リノレン酸の各含量について、開花期との間に正または負の有意な相関関係が認められた。これは開花期の早晩生と気温との関係から、品種それぞれの開花期の温度差が、各脂肪酸組成の品種間差異に影響をあたえたものと思われる。一方、早生種では同一の開花期にもかかわらず、リノール酸とリノレン酸含量に関して広い品種分布が認められた(Fig. 1)。北海道、東北、北陸、関東地方の生態型 I, II の早生種に高リノール酸、高リノレン酸の品種が多く、九州地方の早生種では低リノール酸、低リノレン酸の品種が多い。北海道、東北地方の早生種と九州地方の夏ダイズと呼ばれる早生種では同じ早生種でも生態的に異なることが知られている^{7,8)}。前者が低温下で、後者が高温下でそれぞれ成熟することから、長年の栽培によって脂肪酸組成に関する分化がおこり、品種間差異として表われたものと思われる。他の中生種、晩生種に関しては、登熟期間中の気温の低下が不飽和脂肪酸の含量を増加させ、品種間差異を小さくするためか、早生種でみられたような地域差は明瞭でなかった。

各脂肪酸含量の年次変異について調べた40品種に関して、脂肪酸組成の品種間差異は年次を超えて認められ、脂肪酸の遺伝力は、オレイン酸とリノール酸含量は95%、リノレン酸含量は71%とそれぞれ高い値を示した。これは脂肪酸の高含量あるいは低含量の品種の選抜の容易なことを示す。一方各脂肪酸相互間の関係について、オレイン酸とリノール酸との間には -0.9982 の強い負の遺伝相関が、リノール酸とリノレン酸との間には 0.9340 の正の遺伝相関が認められる。これは食用油として好ましいとされるオレイン酸とリノール酸を増加させる、特にリノール酸を増加させるいっぽう、リノレン酸を減少させる育種の困難さを示すものである。

本報の供試材料の中には、リノレン酸含量が極端に低いかまたはゼロの品種はみいだせなかった。交雑親として脂肪酸含量を大きく変化させる品種の発見はこれまで、ナタネ、ベニバナ^{5,6,11,12,13)}で認められており、さらに多くの材料を供試しての探求が望まれる。他方リノール酸とリノレン酸含量の正の相関からもえかがわれるように、リノール酸含量の低い品種はリノレン酸含量が低い傾向にある。両脂肪酸間の比(リノール酸/リノレン酸)をとると、最大12.0から最小4.4までの巾が認められた。オレイン酸とリノール酸の間の負の相関関係から、オレイン酸含量を高めると同時に、リノール酸含量とリノレン酸含量の比が大きい品種を選べば、リノレン酸含量をより低めることが可能と考えられる。

摘 要

日本と朝鮮の各地から収集したダイズ172品種について、品種の栽培地域と生態型との関連から脂肪酸組成の品種間差異について調査した。

1. ダイズの主要脂肪酸の品種間差異は、それぞれ、オレイン酸は14.2～58.0%，リノール酸は23.4～61.1%，リノレン酸は3.5～12.6%であった。

2. 品種と栽培地域に関して、北の品種ほどオレイン酸含量は低く、リノール酸とリノレン酸含量は高くなる傾向にあった。また晩生種はオレイン酸含量は低く、リノール酸とリノレン酸含量が高かった。

3. 生態型 I, II の早生種について、九州地域で栽培される品種は、同じ時期に開花成熟する他地域の品種、すなわち、北海道、東北、北陸、関東地方の生態型 I, II の品種に比べて、平均的にオレイン酸含量は低い傾向にあった。

4. 2年継続して栽培した40品種について分散分析で求めた脂肪酸組成の遺伝力は、オレイン酸含量とリノール酸含量では95%，リノレン酸含量では71%のそれぞれ高い値を示した。

5. 各脂肪酸含量相互間の相関関係について、オレイン酸とリノール酸との間に $r_G = -0.9982$ の負の遺伝相関が、リノール酸とリノレン酸との間に $r_G = 0.9340$ の正の遺伝相関が認められた。

引 用 文 献

- 1) Alderks, O. H. 1949. The study of 20 varieties of soybeans with respect to quantity and quality of oil, isolated protein and nutritional value of the meal. J. Am. Oil Chem. Soc. 26: 126-132.
- 2) Collins, F. I. and R. W. Howell 1957. Variability of linolenic and linoleic acids in soybean oil. J. Am. Oil Chem. Soc. 34: 491-493.
- 3) Collins, F. I. and V. F. Sedgwick 1959. Fatty acid composition of several varieties of soybeans. J. Am. Oil Chem. Soc. 36: 641-644.
- 4) Downey, R. K. 1964. A selection on *Brassica campestris* L. containing no erucic acid its seed oil. Can. J. Plant Sci. 44: 295.
- 5) Downey, R. K. and B. M. Craig 1964. Genetic control of fatty acid biosynthesis in rapeseed (*Brassica napus* L.). J. Am. Oil Chem. Soc. 41: 475-478.
- 6) Dutton, H. J., C. R. Lancaster, C. D. Evans and J. C. Cowan 1951. The flavor problem of soybean oil. VIII. Linolenic acids. J. Am. Oil Chem. Soc. 28: 115-118.
- 7) 福井重郎・荒井正雄, 1951. 日本における大豆の生態学的研究 I. 開花日数と結日数による品種の分類とその地理的分布について 育種 1: 27-39.
- 8) 古谷義人・安田喜一郎・井手義人・坂田公男, 1961. 夏大豆品種の特性に関する研究 第1報 生育及び登熟過程の品種間差異 九農試彙報 7: 339-352.
- 9) Howell, R. W. and F. I. Collins 1957. Factors affecting linolenic and linoleic acid content of soybean oil. Agron. J. 49: 593-597.

- 10) Rinne, R. W. 1969. Biosynthesis of fatty acids by soluble extract from developing soybean cotyledons. *Plant Physiol.* **44**: 89-94.
- 11) Knowles, P. F. and A. B. Hill 1964. Inheritance of fatty acid content in the seed oil of a safflower introduction from Iran. *Crop Sci.* **4**: 406-409.
- 12) Ladd, S. L. and P. F. Knowles 1970. Inheritance of stearic acid in the seed oil of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Crop Sci.* **10**: 525-527.
- 13) Rakow, G. 1973. Selektion auf Linol- und Linolensäuregehalt in Rapssamen nach mutagener Behandlung. *Z. Pflanzenzüchtg.* **69**: 62-82.
- 14) Scholfield, C. R. and W. C. Bull 1944. Relation between the fatty acid composition and the iodine number of soybean oil. *Oil and Soap* **21**: 87-89.
- 15) Simmons, R. O. and F. W. Quackenbush 1954. The sequence of formation of fatty acids in developing soybean seeds. *J. Am. Oil Chem. Soc.* **31**: 441-443.
- 16) Simmons, R. O. and F. W. Quackenbush 1954. Comparative rates of formation of fatty acids in the soybean seed during its development. *J. Am. Oil Chem. Soc.* **31**: 601-603.
- 17) 平 春枝・平 宏和・斉藤正隆, 1974. 大豆の粒度・品種および栽培年度が化学成分組成におよぼす影響 第2報 脂質含量および脂肪酸組成 日作記 **43**: 482-492.
- 18) 高木 胖 1976. ダイズ脂肪酸組成の環境による影響 日作九支会 **43**: 50-55.
- 19) Weiss, M. C., C. R. Weber, L. F. Williams and A. H. Probst 1952. Correlation of agronomic characters and temperature with seed compositional characters in soybeans, as influenced by variety and time of planting. *Agron. J.* **44**: 289-297.
- 20) White, H. B. Jr., and F. W. Quackenbush 1961. Occurrence and inheritance of linolenic and linoleic acids in soybean seeds. *J. Am. Oil Chem. Soc.* **38**: 113-117.